

# OXIDE SUPERCONDUCTING WIRE-ROD MANUFACTURE AND COIL MANUFACTURE

**Publication number:** JP3173017 (A)

**Publication date:** 1991-07-26

**Inventor(s):** HISAGAI YUICHI; KOTANI TOSHIHIRO +

**Applicant(s):** SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES +

**Classification:**

- international: *B21F19/00; B28B1/00; C04B35/64; C04B35/645; H01B12/04; H01B13/00; H01F6/06; B21F19/00; B28B1/00; C04B35/64; C04B35/645; H01B12/04; H01B13/00; H01F6/06; (IPC1-7): B21F19/00; B28B1/00; C04B35/64; H01B12/04; H01B13/00; H01F5/08*

- European:

**Application number:** JP19890312964 19891130

**Priority number(s):** JP19890312964 19891130

## Abstract of JP 3173017 (A)

**PURPOSE:**To manufacture a high current density wire-rod and a high current density coil by applying a rolling process or a drawing process to an oxide superconductor in such a condition that it is surrounded with a metallic sheath, and then applying HIP treatment to the processed superconductor. **CONSTITUTION:**Press load required for hot isotropic pressure application HIP treatment is selected to have preferably not less than 1 ton/cm<sup>2</sup>, and a temperature applied to both the HIP treatment and heat treatment is selected to have a range preferably from 700 to 900 deg.C. The application of the HIP treatment to an oxide superconductor surrounded with a metallic sheath can raise the degree of denseness of the oxide superconductor to improve the current density thereof. Moreover, the HIP treatment is employed to pressurize the superconductor in an equal direction in manufacturing a coil so that the superconductor can be evenly pressurized even if it is preformed in the shape of a coil. The advantage of the HIP treatment can thus be employed efficiently to easily manufacture the coil of excellent characteristics.

\*\*\*\*\*  
Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-173017

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)7月26日

H 01 B	13/00	H C U	Z	7244-5G
B 21 F	19/00		G	8617-4E
B 28 B	1/00	Z A A	H	7224-4G
C 04 B	35/64	3 0 2	A	7158-4G
H 01 F	5/08	Z A A	N	7301-5E
// H 01 B	12/04	Z A A		8936-5G

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全3頁)

⑭ 発明の名称 酸化物超電導線材の製造方法およびコイルの製造方法

⑯ 特 願 平1-312964

⑰ 出 願 平1(1989)11月30日

⑱ 発 明 者 久 貝 裕 一 大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

⑲ 発 明 者 小 谷 敏 弘 大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

⑳ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

㉑ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

酸化物超電導線材の製造方法およびコイルの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 酸化物超電導体を、金属シースに包囲された状態で、圧延加工および/または伸線加工した後、熱間等方圧加圧処理する、酸化物超電導線材の製造方法。

(2) 前記圧延加工および/または伸線加工後、かつ前記熱間等方圧加圧処理前に、熱処理するステップをさらに備える、請求項1記載の酸化物超電導線材の製造方法。

(3) 請求項1記載の酸化物超電導線材の製造方法において、前記圧延加工および/または伸線加工後、かつ前記熱間等方圧加圧処理前に、前記酸化物超電導体を包囲する前記金属シースをコイル状に成形するステップをさらに備える、コイルの製造方法。

(4) 前記コイル状に成形するステップの後、

かつ前記熱間等方圧加圧処理前に、熱処理するステップをさらに備える、請求項3記載のコイルの製造方法。

(5) 前記熱間等方圧加圧処理におけるプレス荷重が、 $1 \text{ ton/cm}^2$ 以上に選ばれる、請求項1ないし4のいずれかに記載の方法。

(6) 前記熱間等方圧加圧処理および前記熱処理において適用される温度が、 $700 \sim 900$ ℃に選ばれる、請求項1ないし5のいずれかに記載の方法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

この発明は、酸化物超電導線材の製造方法および酸化物超電導線材を用いたコイルの製造方法に関するものである。

[従来の技術]

1986年米に、ベドノルツ、ミュラー等によって、従来の超電導体と比較して極めて高い臨界温度を有する $\text{La-Ba-Cu-O}$ 系の複合酸化物超電導体が発見されて以来、より優れた超電導

特性を有する超電導物質の発見が相次いだ。現在、最も高い臨界温度を有する物質としては、複合酸化物構造を有する  $Tl-Ba-Ca-Cu-O$  系および  $Bi-Sr-Ca-Cu-O$  系材料が知られており、これらを用いた超電導技術の実用化が促進されようとしている。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上述したような複合酸化物超電導体の実用化に際しては、電流密度の向上が必要であり、また、酸化物は、柔軟性に乏しいため、コイルにするなどの加工が困難であった。

そこで、この発明の目的は、酸化物超電導体を用いて電流密度の高い線材およびコイルの各製造方法を提供しようとするものである。

#### 〔課題を解決するための手段〕

この発明は、基本的には、熱間等方圧加工法 (Hot Isostatic Pressing: 以下、HIP という。) を用いることが特徴である。

すなわち、この発明にかかる酸化物超電導線材の製造方法では、酸化物超電導体を、金属シース

された酸化物超電導体に対して適用することにより、酸化物超電導体の緻密度を上昇させることができる。

#### 〔発明の効果〕

したがって、この発明によれば、酸化物超電導体の電流密度を向上させることができる。そのため、実用化され得る酸化物超電導線材の製造が可能となり、この発明によって得られた酸化物超電導線材またはそれを用いたコイルは、電力送電、MHD 発電、等の電力分野、あるいは、磁気浮上列車、電磁気推進船舶、等の動力分野、など、極めて広範な分野にわたって利用され得る。

なお、酸化物超電導体にプレス加工を施すことにより、酸化物超電導体の緻密度を向上させて、優れた特性の線材を作製することができることが知られている。しかしながら、酸化物は、柔軟性に乏しいため、プレス加工後にコイルなどの形態をとるよう加工することが困難であった。これに対して、この発明にかかるコイルの製造方法によれば、HIP を用いて等方的に加圧するため、

に包囲された状態で、圧延加工および/または伸線加工した後、HIP 処理することによって、酸化物超電導線材が得られる。このとき、圧延加工および/または伸線加工後、かつ HIP 処理前に、熱処理するステップをさらに備えていてもよい。

また、この発明にかかるコイルの製造方法では、前述した酸化物超電導線材の製造方法における、圧延加工および/または伸線加工後、かつ HIP 処理前に、酸化物超電導体を包囲する金属シースをコイル状に成形するステップがさらに実施される。この場合においても、コイル状に成形するステップの後、かつ HIP 処理前に、さらに熱処理を実施してもよい。

また、上述した各製造方法において、HIP 処理におけるプレス荷重は、好ましくは、 $1 \text{ ton/cm}^2$  以上に選ばれ、HIP 処理および熱処理において適用される温度は、好ましくは、 $700 \sim 900^\circ\text{C}$  に選ばれる。

#### 〔作用〕

この発明では、HIP 処理を金属シースに包囲

予めコイル状に成形したものであっても、これを均等に加圧することができる。したがって、この発明によれば、HIP の利点を生かし、優れた特性を有するコイルを容易に製造することができる。

#### 〔実施例〕

以下、この発明を、実施例により、さらに詳しく説明する。しかしながら、以下の開示は、この発明の単なる実施例にすぎず、この発明の技術的範囲を何ら制限するものではないことを指摘しておく。

Tl 系酸化物超電導体を用いた場合について説明する。

市販の  $Tl_2O_3$ 、 $PbO$ 、 $BaO_2$ 、 $CaO$ 、および  $CuO$  の各粉末を用意し、 $Tl:Pb:Ba:Ca:Cu=1.35:0.15:2:3:4$  となるように秤量し、次いで混合することにより、混合粉末を得た。次いで、この混合粉末を、ペレット状に加圧成形した。その後、このペレットを、Au 箔に包み、 $865^\circ\text{C}$  で 24 時間の熱処理を施した後、粉砕し、内径 4 mm、外径 6 mm

の銀シースに充ちて、直径 2 mm になるまで伸線し、さらに圧延加工して、0.15 mm の厚みのテープ状線材を得た。

このテープ状線材を、外径 10 mm の金属パイプ上に巻付け、コイル状にした後、(1) 熱処理のみで H I P 処理を行なわない場合 (試料 No. 1)、(2) 熱処理を行わずに H I P 処理を施した場合 (試料 No. 2~4)、および、(3) 熱処理を施してから H I P 処理を施した場合 (試料 No. 5~9) が、それぞれ、以下の表に示されている。この表において、熱処理において適用される温度および時間条件、H I P 処理において適用される温度、プレス荷重および保持時間、ならびに 77.3 K での電流密度の測定結果が示されている。

(以下余白)

No.	熱処理	H I P 処理			電流密度 (A/cm <sup>2</sup> )
		温度	荷重	保持時間	
1	750 °C × 1h	—	—	—	2200
2	—	750 °C	1 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	3500
3	—	750 °C	2 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	5200
4	—	750 °C	5 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	5530
5	750 °C × 1h	750 °C	1 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	3330
6	750 °C × 1h	750 °C	2 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	5000
7	750 °C × 1h	750 °C	5 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	5500
8	700 °C × 1h	700 °C	1 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	3000
9	850 °C × 1h	850 °C	1 ton/cm <sup>2</sup>	1 hr	3300

上記の表を参照すれば、試料 No. 1 と試料 No. 2~9 荷に No. 5~7 との比較から、H I P 処理が、電流密度の向上に寄与していることがわかる。また、試料 No. 2~4 間の比較、および No. 5~7 間の比較から、H I P 処理におけるプレス荷重が、増加するほど、電流密度が向上することがわかる。また、試料 No. 2 と No. 5 との比較、No. 3 と No. 6 との比較、および No. 4 と No. 7 との比較から、H I P 処理は、熱処理の作用も有しており、工程の簡略化のためには、このような熱処理を問題なく省略することが可能である、と評価できる。

特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 深見 久 郎

(ほか 2 名)

